Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 4, Oct- Nov 2017, p. 436-445

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 4، مهر - آبان 1396، ص. 445-436

تأثیر افزودن شیرخشک بر ویژگی‌های کیفی کیک یزدی

سیده معصومه پورسید[1]- علی معتمدزادگان*[2]- جعفر محمدزاده میلانی[2]

تاریخ دریافت: 1394/07/05
تاریخ پذیرش: 1394/12/08

چکیده

پودر شیر پس‌چرخ به‌علت داشتن خواص عملکردی مناسبی نظیر امولسیون‌کنندگی، جذب آب، ایجاد ویسکوزیته و ژل‌دهی به‌عنوان یک ترکیب ارزشمند در فراورده‌های پختنی که نیاز به بافت مناسب و رطوبت مطلوب دارند، مورداستفاده قرار می‌گیرد. هدف از این پژوهش بهبود خواص بیاتی و کیفی کیک روغنی (یزدی) و خمیر آن با افزودن شیرخشک پس‌چرخ در دو سطح 25 و 50 درصد بوده است. ویژگی‌های خمیر شامل حجم مخصوص و قوام خمیر و ویژگی‌های کیک شامل حجم مخصوص، اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی، نسبت پوسته به مغز، آون اسپرینگ، تخلخل و بافت در ساعات اولیه پخت اندازه‌گیری شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش پودر شیر پس‌چرخ تمامی ویژگی‌های خمیر و کیک بهبود یافتند به‌طوری که در تیمار 50% بیشترین قوام خمیر (8/73 گرم بر ثانیه)، حجم مخصوص کیک، آون اسپرینگ (3/3 سانتی‌متر)، اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی و نسبت پوسته به مغز (0/22) وکمترین حجم مخصوص خمیر و بهترین حالت بافت یعنی کمترین سفتی (109 گرم)، چسبندگی، صمغیت (1017 گرم) و قابلیت جویدن (71/48 میلی‌ژول) و بیشترین انسجام، برگشت‌پذیری، فنریت(7/26 میلی‌متر) و تردی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکوشیمیایی، پودر شیر پس‌چرخ، خمیر، کیک یزدی، تخلخل، بافت

مقدمه

کیک نوعی شیرینی و غذایی مخصوص است که استفاده از آن از قرن‌ها پیش معمول بوده است. کیک با شکل و مزه متفاوت ساخته می‌شود و به‌وسیله همه افراد جامعه در هر فصل و زمان قابل مصرف است. ازآنجاکه تغییر و دست‌کاری در مواد اولیه کیک جهت بهبود کیفیت و افزایش زمان ماندگاری محصول، ابزاری نیرومند در دستان تولیدکنندگان است، تاکنون مطالعات بسیاری درزمینه اصلاح و تغییر ترکیبات تشکیل‌دهنده انواع کیک صورت گرفته است (Bolgelan & Dendy, 2001)

مقدار آب شیرخشک بین 2/5 تا 5 % است و هیچ باکتری در این مقدار آب رشد نمی‌کند. خشک کردن سبب افزایش ماندگاری شده و به طور همزمان از جرم و حجم می‌کاهد که خود سبب کاهش هزینه-های حمل‌ونقل و نگهداری می‌شود (سینگ، 2007). شیر تازه یا شیر تغلیظ شده که حرارت کافی ندیده‌اند نمی‌توانند کیفیت پخت فراورده‌های غلات را به‌خوبی بالا ببرند. دلایلی برای شرح این مورد ذکر شدند که عبارتند از تخریب آنزیم‌های پروتئولیتیک توسط گرما، دناتوراسیون و انعقاد پروتئین، تغییرات در خواص کلوئیدی نمک‌ها، و تغییرات در سیستم‌های اکسیداسیون و احیا (ری، 1950). شیر خام به‌ندرت در فراورده‌های نانوایی استفاده می‌شود. استفاده از شیرخشک به دلایلی نظیر سهولت جابه‌جایی، حمل‌ونقل و فراوری در فرمولاسیون‌های مواد غذایی ارجحیت دارد. پودر شیر به‌طور عمده از لاکتوز، چربی و پروتئین تشکیل‌شده است. شیر یا فراورده‌های آن برای دو هدف عمده در محصولات نانوایی و قنادی استفاده می‌شوند. یکی از این اهداف افزایش ارزش غذایی می‌باشد. آمینواسیدهای غلات توسط آمینواسیدهای شیر تکمیل می‌شوند چراکه غلات ازنظر لیزین و تریپتوفان دارای محدودیت می‌باشند درحالی‌که شیر غنی از این دو اسیدآمینه است. طبق گزارشات (Pedraja, 1965) ارزش غذایی شیر پس چرخ از ارزش غذایی تخم‌مرغ کامل بیشتر است. از مهم ترین خواص عملکردی شیر پس‌چرخ در محصولات نانوایی و قنادی می‌توان به افزایش جذب آب، خاصیت بافری، واکنش‌های مربوط به رنگ لاکتوز، خاصیت تردکنندگی، بهبود بافت و خاصیت ارتجاعی پوسته اشاره نمود (کرک،1971). Pyler (1973) شیر پس‌چرخ را به نان افزود و دریافت که شیر پس‌چرخ بر مدت‌زمان مخلوط کردن، سرعت تخمیر و نیاز به برومات تأثیر می‌گذارد. این محقق همچنین گزارش نمود که شیر پس‌چرخ به‌طور عمده ساختار کیک و زمان بیاتی آن را تغییر می‌دهد و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، آموزش عالی تجن، قائمشهر، مازندران.
2- دانشیار ، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران.
(* - نویسنده مسئول: Email: amotgan@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.50177

از طریق واکنش‌های قهوه‌ای شدن پوسته بر رنگ و طعم کیک مؤثر است. Rea (1950) افزودن 6% شیر خشک نسبت به وزن آرد را به‌عنوان علت افزایش حجم و بهبود ویژگی‌های قرص نان گزارش نمود. افزایش تحمل[1] تخمیر (مدت‌زمانی که خمیر بدون آسیب‌دیدگی تخمیر می‌شود) افزایش جذب آب و درنتیجه افزایش بازده تولید نان نیز در بررسی این محقق گزارش‌شده است. Rea (1950) بیان کرد که هرگونه تغییر که باعث کاهش دمای ژلاتینه و افزایش قوام خمیر شود (ازجمله پروتئین و چربی شیر) کیفیت نهایی کیک را افزایش می‌دهد. نمونه‌هایی از مصارف لاکتوز در مواد غذایی مختلف در تحقیقات Nickson (۱۹۷۵) ازجمله ایجاد شیرینی نسبی، واکنش‌های قهوه‌ای شدن، خواص پایدارکنندگی پروتئین، اصلاح الگوهای کریستالیزاسیون لاکتوز، افزایش عطروطعم و خواص تغذیه‌ای وجود دارد. لاکتوز موجود در شیرخشک بدون ایجاد طعم شیرینی زیاد، به افزایش ویسکوزیته و احساس دهانی کمک می‌کند و همچنین به دلیل افزایش ماده جامد سبب بهبود بافت نیز می‌گردد. ایوبی و همکاران (1390) در بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر(WPC) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی با آنالیز داده‌ها دریافتند که سطوح مختلف جایگزینی WPC کلیه خصوصیات را تحت تاثیر قرار داد، به‌طوری که با افزایش نسبت جایگزینی مقادیر سفتی بعد از 1، 2 و 10 روز نگهداری نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. این امر به دلیل وجود لاکتوز و سایر املاح موجود درشیرمی‌باشد (ایوبی و همکاران 1390)

در این پژوهش کاربرد پودر شیرخشک پس چرخ در فرمولاسیون کیک روغنی (یزدی) با هدف بهبود خصوصیات کیفی کیک و خمیر آن مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آرد مخصوص تولید کیک (آرد ستاره)، شکر، روغن نباتی جامد، بیکینگ‌پودر و جوش‌شیرین از فروشگاه‌های سطح شهر قائم‌شهر تهیه شدند و تخم‌مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. تمامی خمیرهای کیک طوری تهیه شدند که نسبت به آرد حاوی 30% روغن، 46% شکر، 50% آب، 11/7% تخم‌مرغ، 4% بیکینگ‌پودر و 1% جوش‌شیرین باشند. به‌منظور بهبود عطر و طعم به مقدار معین وانیل در تمام فرمولاسیون‌ها به خمیر افزوده شد. شیر خشک صنعتی با 1/5 درصد چربی و رطوبت 3-4% نیز از کارخانه پگاه خراسان خریداری گردید. شیر خشک پس‌چرخ، بر اساس مطالعات انجام شده در سطوح 25 و 50 درصد به خمیر اضافه شد. خمیر کیک به روش مخلوط کردن دو مرحله‌ای تهیه و در قالب های مناسب ریخته و در فر با دمای 180 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه پخت شدند. نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های مربوطه در بسته‌های وکیوم و در دمای محیط نگهداری گردیدند. (ایوبی و همکاران، 1390)

حجم مخصوص و قوام خمیر

حجم مخصوص خمیر کیک با استفاده از روش محاسبه نسبت وزن مشخصی از خمیر کیک به همان وزن آب اندازه‌گیری شد (Lin, 2003). اندازه‌گیری قوام خمیر کیک بر اساس روش پیرس و همکاران (1987) انجام گردید. (پورصفر و همکاران، 1389)

حجم مخصوص کیک

برای اندازه گیری حجم مخصوص کیک از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت قطعه‌ای به ابعاد 2×2 سانتی‌متر از مرکز هندسی کیک تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد (Caballero, 2007).

اون اسپرینگ

اون اسپرینگ توسط افزایش ارتفاع خمیر پس از پخت تعیین شد. برای محاسبه این ویژگی از اختلاف ارتفاع خمیر در نمونه‌های علامت‌گذاری شده و کیک حاصل از آن‌ها بلافاصله پس از پخت استفاده شد (Shittu, 2008).

اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی

اندیس‌های تقارن، حجم و یکنواختی کیک با استفاده از روش AACC(AACC1999) 10-91 اندازه‌گیری شد.

نسبت پوسته به مغز

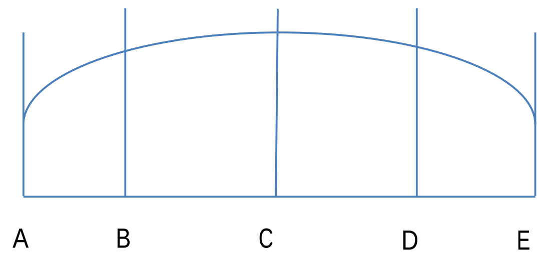
جهت محاسبه نسبت پوسته به مغز، پوسته توسط یک عدد چاقوی تیز از مغز جدا گردید. تشخیص بین پوسته و مغز کاملاً فردی است و محاسبات از یک شخص به شخص دیگر می‌تواند متفاوت باشد. در این آزمون، پوسته به‌عنوان بخش رنگی و خشک، که در قسمت خارجی کیک قرارگرفته، در نظر گرفته‌شده است و پس از جداسازی، پوسته و مغز هریک به‌طور دقیق توزین گشته و نسبت آن‌ها اندازه‌گیری شد (Suric, 2008).

آزمون بافت

جهت سنجش سفتی بافت با اصلاح روش پیشنهادی Setser و Hess(۱۹۸۳) از دستگاه Texture Analyzer مدل CT3 ساخت امریکا با نرم‌افزار Texture Pro CTV1.6 Build 26 با پروب از جنس Clear Acrylic و قطر 38/1 میلی‌متر و طول 20 میلی‌متر

1 Tolerance

برای انجام آزمون بافت استفاده گردید.



شکل 1- الگوی نقاط A ,B ,C ,D ,E
B+ C+ D: اندیس حجم
2C– B- D: اندیس تقارن
B– D: اندیس یکنواختی

تخلخل

در این روش ابتدا سطح مقطع کیک به‌صورت عرضی حدود 2 ساعت پس از پخت با تیغ تیز برش داده‌شده و با استفاده از اسکنر HP (American Scanjet G2410) در رزولوشن300 dpi اسکن شدند .سپس این تصاویر توسط نرم‌افزارImage Pro Plus نسخه 4.5.0.29 که در قسمت تنظیمات آن روشنایی، مقیاس، اندازه‌گیری مساحت، فاصله نقاط و سایر فاکتورهای مورد نیاز این پژوهش وجود دارد، آنالیز گردیدند. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: مساحت کل سلول‌ها، تعداد کل سلول‌ها، قطر میانگین سلول‌ها، حداقل قطر سلول‌ها، حداکثر قطر سلول‌ها و مساحت متوسط هر سلول. (استلر، 2006)

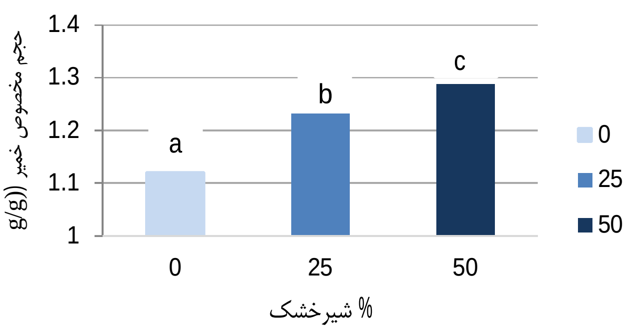
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص کیفی تیمارها در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و به کمک نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح 1 درصد با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

حجم مخصوص و قوام خمیر

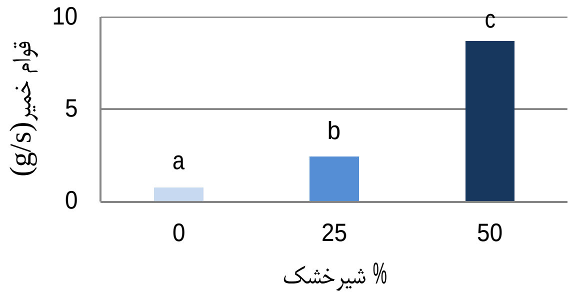
سطوح مختلف شیرخشک تفاوت معنی‌داری (P<0.01) را در حجم مخصوص خمیر ایجاد نمود (شکل 2). طبق نتایج Baeva و همکاران (2000) با توجه به رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و نیز میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش درصد شیرخشک حجم مخصوص کاهش می‌یابد و همان‌طور که در شکل 2 مشاهده می‌شود تیمار 50% دارای کمترین حجم مخصوص و در نتیجه بالاترین حجم کیک می‌باشد.



شکل 2- اثر سطوح مختلف شیرخشک (٪) بر حجم مخصوص خمیر

در پژوهش‌های دیگر Ofelt و همکاران (1940) در قرص نان و همچنین Berry و همکاران (2009) در کیک اسفنجی نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. اثر سطوح مختلف شیرخشک بر قوام خمیر معنی‌دار بود. با افزایش مقدار شیرخشک قوام خمیر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<0.01)، به‌طوری که خمیر حاوی 50% شیرخشک دارای بالاترین قوام بود چراکه با افزودن مقدار شیرخشک، مقدار ماده جامد خمیر افزایش می‌یابد و خمیر با ویسکوزیته بالاتر و در نتیجه قوام بیشتر به‌دست می‌آید. همچنین به‌نظر می‌رسد که وجود قند احیاکننده لاکتوز و وجود لاکتالبومین در شیرخشک که از خواص تشکیل ژل خوبی برخوردار می‌باشد از دلایل عمده این مسئله می‌باشد. تحقیق Kaur و همکارانش (2005) نیز نشان داد که با افزایش غلظت WPC در خمیر کیک مافین نیز به دلایل وجود لاکتوز و لاکتالبومین قوام خمیر افزایش یافت. قوام خمیر کیک تعیین‌کننده سرعت بالا آمدن حباب‌های هوا به‌سمت سطح کیک است. در خمیرهای با قوام کمتر سرعت حرکت حباب‌های هوا به سمت سطح

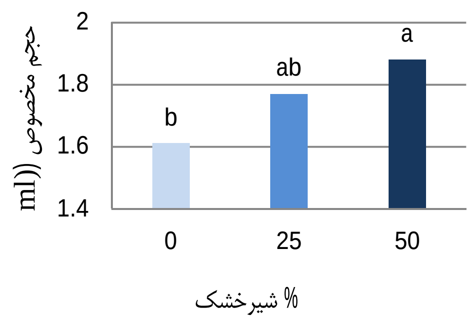
کیک بالاتر است، بنابراین بهتر است قوام خمیر کیک درحد کافی بالا در نظر گرفته شود تا ضمن حفظ قابلیت پمپ شدن و قالب‌ریزی خمیر حباب‌های هوای بیشتری طی فاز مکانیکی مخلوط کردن یا هوادهی مکانیکی در خمیر حفظ شود (شکل 3).



شکل 3- اثر سطوح مختلف شیرخشک بر قوام خمیر

حجم مخصوص کیک

حجم مخصوص کیک با افزایش سطوح شیرخشک به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده (P<0.01) و تیمار حاوی 50% شیرخشک بالاترین حجم مخصوص را ایجاد نموده است. این درحالی است که نمونه شاهد کمترین حجم مخصوص را نشان داد. نتیجه تحقیق سوارن و همکاران (2003) نیز مشابه بوده و نشان داد که با افزایش نسبت جایگزینی کنسانتره پروتئین آب‌پنیر که دارای پروتئین‌ها و لاکتوز مشابه شیر می‌باشد، حجم کیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل 4).



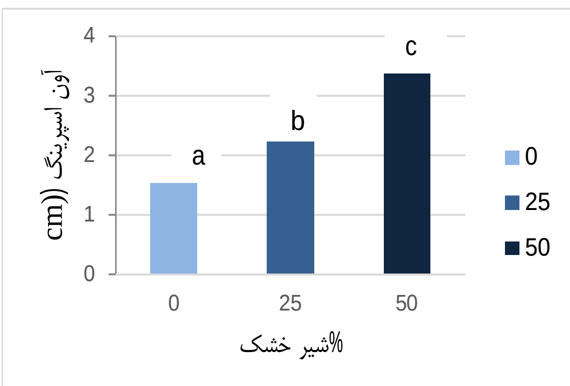
شکل 4- اثر سطوح مختلف شیرخشک (٪) بر حجم مخصوص کیک (ml)

آون اسپرینگ

آون اسپرینگ افزایش حجم محصول طی اولین دقایق پخت می‌باشد که هرچه بیشتر باشد، نشان‌دهنده مقاومت خمیر برای حفظ گاز دی‌اکسیدکربن است (لشکری و همکاران، 1391). اختلاف ارتفاع کیک قبل و بعد از پخت با افزایش درصد شیرخشک تفاوت معنی‌داری (P<0.01) را ایجاد نمود، به‌طوری‌که تیمار حاوی 50% شیرخشک دارای بیشترین ارتفاع پس از پخت بود. افزایش هوای محبوس، تقویت شبکه گلوتنی جهت حفظ و نگهداری گاز و درنتیجه افزایش حجم محصول از خواص عملکردی شیر می‌باشد. بری و همکاران (2009)، نیز به نتیجه‌ای مشابه در کیک اسفنجی دست یافتند (شکل 5 و 6).



شکل 5- اثر سطوح مختلف شیر خشک بر حجم کیک، به‌ترتیب از راست به چپ 0%، 50% و 25%



شکل 6- اثر سطوح مختلف شیرخشک بر اون آسپرینگ

اندیس حجم، تقارن و یکنواختی

نقش میزان تأثیر سطوح مختلف شیرخشک بر اندیس‌های حجم، تقارن و یکنواختی معنی‌دار (P<0.01) بود. کیک‌های تهیه‌شده از خمیر حاوی 50% شیرخشک به‌طور میانگین بیشترین حجم را داشتند که این امر را می‌توان به افزایش نگهداری گاز به دلیل وجود پروتئین و چربی شیر نسبت داد. همچنین پخش و پراکندگی ذرات ظریف چربی در شیر روی گلوتن اثر می‌گذارد و باعث ژلاتیناسیون بیشتر نشاسته و درنتیجه موجب شکل‌پذیری بهتر در فر می‌شود (پورصفر و همکاران، 1389). تقارن و یکنواختی نیز درسطح 25% کمترین مقدار را دارا می‌باشد ولی در نمونه شاهد و تیمار 50% تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. افلت و همکاران (1940) اظهار داشتند که افزودن 6%

شیر خشک نسبت به وزن آرد سبب افزایش حجم و بهبود ویژگی‌های قرص نان می‌شود. همچنین بری و همکاران (2009) به نتیجه‌ای مشابه این پژوهش رسیده و دریافتند در خمیر کیکی که از پروتئین آب‌پنیر تشکیل شده است دائماً حباب‌ها در حال رشد هستند و ساختار کیک را درشت می‌کنند. تقارن، حجم و یکنواختی بهتر کیک‌ها احتمالاً به افزایش قوام خمیر این کیک‌ها مرتبط می‌باشد که بهتر می‌توانند حباب‌های هوا در جریان مخلوط کردن مکانیکی خمیر را در خود نگه‌داشته و این حباب‌ها می‌توانند به‌عنوان هسته‌های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک‌کننده عمل نمایند. توزیع یکنواخت حباب‌های هوا منجر به بهبود تقارن، حجم و یکنواختی کیک می‌شود (پورصفر و همکاران، 1389) (جدول 1).

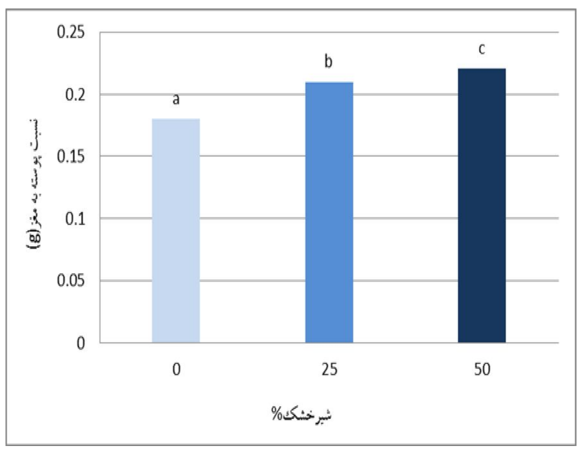
جدول 1- اثر سطوح مخلف شیر خشک بر اندیس حجم، تقارن و یکنواختی

درصد جایگزینی	اندیس حجم	اندیس تقارن	اندیس یکنواختی
شاهد (0%)	7/13c*	0/76a	0/1 a
25%	10/26b	0/43b	0/06b
50%	12/73a	0/76a	0/1a

*در هر ستون حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد

نسبت پوسته به مغز

در این پژوهش نسبت پوسته به مغز در تیمارها و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P<0.01$). به‌طوری‌که با افزودن مقدار شیرخشک میزان پوسته افزایش یافت. دلیل این امر را می‌توان افزایش میزان لاکتوز و گسترش واکنش‌های قهوه‌ای شدن دانست. پورمحمدی وهمکاران (1388)، در مورد نان دریافتند که هرچه نسبت مغز به پوسته بالاتر باشد، کیفیت محصول حاصل بهتر خواهد بود. ناصحی و همکاران (1384)، نیز به این نتیجه رسیدند که نمونه‌ای مناسب است که نسبت پوسته به مغز کمتری داشته باشد. بالا بودن میزان پوسته باعث می‌شود که تغییرات بافت کیک طی روند بیاتی بیشتر تحت تأثیر خروج رطوبت باشد (شکل 7).



شکل 7- اثر سطوح مختلف شیرخشک بر نسبت پوسته به مغز

آزمون بافت

این آزمون برای اندازه‌گیری برخی خصوصیات کیک یزدی ازجمله انسجام و پیوستگی[1]، قابلیت جویدن[2]، حالت صمغی[3]، حالت ارتجاعی[4]، نیروی چسبندگی[5]، حالت فنری[6]، سختی[7] و... می‌باشد. افزودن شیرخشک در اکثر فاکتورهای نام‌برده تفاوت معنی‌داری را ایجاد نمود. با افزایش سطح شیرخشک در فرمولاسیون کیک یزدی فاکتورهای نیروی چسبندگی، قابلیت جویدن، حالت صمغی و سختی کاهش ($P<0.01$)، فاکتورهای حالت ارتجاعی و انسجام و پیوستگی افزایش ($P<0.01$) و حالت فنری بدون تغییر باقی ماندند. دلایل این تغییرات را می‌توان به میزان پروتئین‌ها و لاکتوز در شیر و همچنین ایجاد حباب‌های ریزتر و بافتی لطیف‌تر در کیک به علت وجود چربی شیر، پخش و پراکندگی ذرات ظریف چربی و ایجاد حفرات گازی بیشتر و منسجم‌تر نسبت داد، این نمونه‌های حجیم‌تر دارای بافتی با حفرات غیریکنواخت و بعضاً بزرگ می‌باشند که دیواره آن ها در مقابل نیروی واردشده از طرف پروب دستگاه تکسچر آنالایزر مقاومت چندانی از خود نشان نمی‌دهد و به‌راحتی تخریب می‌شود. لاکتوز و اجزای پروتئین سرم نیز ساختار پوسته را ترد می کنند. در نتایجی مشابه در کیک شیر هندی چاولاو همکاران (2014) دریافتند که نمونه‌های نگهداری شده فاقد شیر به تدریج حالت شکننده به خود گرفتند و انسجام خود را از دست دادند. Hoffstrand و همکاران (1965) نشان دادند که لاکتوز در دونات‌ها با افزایش محتوای ماده جامد، تردی را افزایش و قابلیت جویدن را کاهش می‌دهد. Sigsworth و همکاران

1 Cohesiveness
2 Chewiness
3 Gumminess
4 Resilience
5 Adhesiveness
6 Springiness
7 Hardness

(1976) گزارش کردند که حدود 75 تا 80% از پروتئین شیر را کازئین تشکیل می‌دهد که در ایجاد ساختار کیک و حالت ارتجاعی پوسته نقش دارد. در پژوهشی دیگر که بر مافین آرد برنج حاوی کلسیم و لاکتوز انجام گردید. Kim و همکاران (2014) به نتیجه‌ی مشابهی رسیدند، آن‌ها دریافتند که افزایش حالت ارتجاعی، انسجام و انعطاف‌پذیری می‌تواند منعکس کننده افزایش حجم مخصوص و هوادهی بهتر باشد. مشخص‌شده است که حالت ارتجاعی بالا نشان از تازگی، هوادهی و حالت الاستیک مناسب محصول دارد. نتیجه تحقیق Arunepanlop و همکاران (۱۹۹۶)، نیز مشابه نتایج حاصل از این پژوهش بود و نشان داد که با افزایش سطح WPI به‌علت وجود لاکتوز، سفتی کیک آنژل کاهش یافت (جدول 2).

جدول 2- اثر سطوح مختلف شیر خشک بر بافت کیک

عامل متغیر	0(شاهد)	25%	50%
Cohesiveness	0/56[c*]	0/62[b]	0/7[a]
Chewiness	92/64[a]	78/28[b]	71/48[c]
Gumminess	1265[a]	1120/55[b]	1017/66[c]
Resilience	0/28[c]	0/33[b]	0/36[a]
Adhesiveness	0/16[a]	0/01[b]	0[b]
Springiness	7/50[a]	7/31[a]	7/26[a]
Hardness	485/22[a]	298/22[b]	109/11[c]

*در هر سطر حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

تخلخل

تخلخل و یکنواختی و اندازه سلول‌ها از عوامل مهم در تعیین کیفیت بافت مغز فراورده‌های غلات هستند. با استفاده از آنالیز توسط اسکنر مسطح می‌توان اطلاعاتی درزمینه ریزساختار آن‌ها بدست آورد (استلر، 2006). با توجه به نتایج حاصل از افزودن سطوح مختلف شیرخشک به کیک مشاهده شد که با افزایش درصد شیرخشک تعداد سلول‌های ایجاد شده، مجموع مساحت سلول‌ها و مساحت متوسط هر سلول افزایش و قطر مینیمم کاهش ($P<0.01$) می‌یابد. درمورد قطر میانگین و قطر ماکزیمم سلول‌ها تیمار 25% و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را ایجاد نکردند درحالی‌که تیمار 50% در هر دو مورد افزایش یافت. درنتیجه تیمار 50% با داشتن بالاترین مساحت کل، بالاترین قطر ماکزیمم و پایین‌ترین قطر مینیمم بزرگ‌ترین منافذ و بافتی با ساختار گسترده‌تر را دارا می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان به پروتئین‌ها و لاکتوز موجود در شیر نسبت داد. لاکتوز سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئین‌ها شده و پروتئین‌ها در دمای بالاتری دناتوره می‌شوند، به همین دلیل امکان انبساط بیشتر گاز داخل حفرات ساختمان کیک در حین پخت فراهم شده و حفرات بزرگ‌تری در محصول ایجاد می‌شود، درنتیجه با افزایش سطح شیرخشک حجم نمونه‌های کیک افزایش می‌یابد. این نمونه‌های حجیم‌تر دارای بافتی با حفرات غیریکنواخت و بعضاً بزرگ می‌باشند (پانلوپ، 1996) (جدول 3).

جدول 3- اثر سطوح مختلف شیر خشک بر تخلخل کیک

متغیرهای اندازه‌گیری شده	شاهد (0%)	25%	50%
تعداد سلول‌ها	681[b]	787[a]	803[a]
قطر میانگین سلول‌ها (mm)	1/396[b]	1/393[b]	1/495[a]
قطر مینیمم سلول‌ها (mm)	0/95[a]	0/94[a]	0/92[a]
قطر ماکزیمم سلول‌ها (mm)	1/82[b]	1/81[b]	1/94[a]
مجموع مساحت سلول‌ها (mm^2)	2521/6[b]	4598/3[a]	5184[a]
مساحت متوسط هر سلول	3/46[b]	5/78[a]	6/49[a]

*در هر سطر حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن 25% شیرخشک پس چرخ به فرمولاسیون کیک یزدی تغییر معنی‌داری در تقارن و یکنواختی ایجاد نکرده است، نسبت پوسته به مغز کاهش یافته و سایر فاکتورها افزایش پیدا کرده است. با افزایش درصد شیرخشک به 50% تمامی فاکتورها به بهترین حالت خود می‌رسند به‌جز نسبت پوسته به مغز که در تیمار 25% کمترین مقدار را داشت. به‌طورکلی، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان از شیرخشک پس چرخ در کیک یزدی جهت بهبود خواص بافتی و کیفی و همچنین بهبود خواص خمیر کیک یزدی به‌طور موفقیت‌آمیزی استفاده نمود.

منابع

Arunepanlop, B., Morr, civ; Karleskind, D; and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. *J Food Science* - 61 (5): 1085 – 1093.

Ayoubi, A., Habibi Najafi, M. B., Karimi, M. 2011. Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. JFST Vol. 8, No. 29, p. 81-88.

Baeva, M.R., Panchev, I.N., & Terzieva, V.V. (2000). Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. Die Nahrung, 44, 242-246.

Berry, T. K., Yang, X., & Foegeding, E. A. (2009). Foams prepared from whey protein isolate and egg white protein: 1. Changes associated with angel food cake functionality. *Journal of Food Science*, 74, E269–E277.

Caballero, P. A., Go'mez, M., and Rosell, C. M. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering*, 81(1):42–53.

Chawla, R. Ramdan patil, G. Kumar singh, A. 2013. Effect of temperature on sensory and textural attributes of functional doda burfi (*Indian milk cakr*). *J Food Sci Technol*. DOI 10.1007/s13197-013-1027-6.

Curic, D., Novotni, D., Skevin, D., Rosell, C.M., Collar, C., Le Bail, A., Colic-Baric, I. & Gabric, D. 2008. Design of a quality index for the objective evaluation of bread quality: Application to wheat breads using selected baked off technology for bread making. *Food Research International*, 41: 714-719.

Dendy, D. A. V. & Bogelan, J. D. (2001). Cereal and cereal products chemistry and Technology. *An Aspen publication*. pp. 235, 237-239.

Esteller, M.S., Zancanaro, J.O. & Da Silva Lannes, S.C. 2006. The effect of kefir addition on microstructure parameters and physical properties of porous white bread. *European Food research and Technology*, 222: 26-31.

Hess, A., Setser, C.S. 1983. Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. *Cereal Chemistry*, 60, 337-341.

Hoffstrand, J. T., M. V. Zaehringer, and R. A. Hibbs. 1965. Functional properties of two components of Cheddar cheese whey in bakery products. 1. Cake doughnuts. *Cereal Sci*. Today 10:212.

Kaur, A., Amarjeet, K., and Bakhshi, A. K. 2005. Development of free cakes by using whey protein concentrates. *Advances in Food Sciences*, ISSN 1431-7737.27(1): 2-5.

Kim, J., Shin, M. 2014. Effect of particle size distribution of rice flour on the quality of gluten free rice cupcakes. LWT *Food science and technology*, doi: 10.1016/ j.lwt.2014.04.042.

Kirk, D, 1971. Milk and Milk Based Products for Bakers. The Bakers Digest, Page 45(5): 52.

Lashkari, F. Mohammadzadeh Milani, J. Moetamedzadegan, A. Maleki. G. 2013. Properties of gluten free bread prepared from Iranian rice cultivars. Vol.1 (3): 187-198.

Lin, S.D., Hwang, C.F., & Yeh, C.H. (2003). Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68, 2107-2110.

Nasehi, B. Mortazavi, A. Razavi, S.M.A. Investigation on enthalpy changes in Iranian flat breads and Baguette during storage. 2006. IFST Vol.1, No. 2, p. 65-72.

Nickson, T. A. 1975. Use of milk derivatives in other food. Department of food science and technology, university og California. Davis 95616.

Nourmohammadi, E. Peighambardoust, S.H. Olad Ghaffari, A. 2012. Effect of mixing methods on physicochemical properties of batter and quality characteristics of sponge cake. Journal of food research Vol.2, No.3.

Ozkan, N. Walisinghe, N. Dong Chen, X, 2002. Characterization of stickiness and cake formation in whole and skim milk powders. *Journal of Food Engineering*, Vol 55. 293- 303.

Ofelt, C. W., Lamour, R. K., 1940. The effect of milk on the bromate requirement of flours. Cereal Chem. 17: 1-18.

Pedraja, R, 1965. The composition and Nutritional Value of Dry Milks. The Bakers Digest. 39(5): 46.

Pierce, M.M., & Walker, C.E. (1987). Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chemistry*, 64, 222-225.

Pormohammadi, K. Alami, M. Shahedi, M. Sadeghi, A.R. 2011. Comparison of physicochemical characteristics of wheat bread containing barley-free whith bread containing barley. Journal of food research. Vol. 5, No. 2, p. 163-171.

Poursafar, L. Peighambardoust, S.H. Alizadeh Shalchi, L. Shakuoie Bonab. E. and Rafat. S.A. 2012. Effect of the temperature and time of flour heat treatment on the quality characteristics of sponge cake. EJFPP, Vol. 2 (4): 87-104.

Pyler, E. J, 1973. Baking: Science and Technology. VOL 1, Chapter 11, Page 487.

Rea, H.1950. Milk products in bread making. Bimonthly bulletion, Vol. xii, No. 5.

Sharma, A., Jana, A., Shrikantchaven, R. 2012. Functional of milk powders and milk based powders for end use applications. *Institute of food technologists*.vol.11.

Sigsworth, D. E. 1976, The effect of milk replacers on cake properties. B. A., Southern missionery college.

Singleton, A.D. Robertson, R. G, 1974. Nutritionally Equivalent Replacement of Nonfat Dry Milk in Bread. *The Bakers Digests*, 48(1): 46.

Sing, H. 2007. Interaction of milk proteins during the maniufacture of milk powders. *EDP science*.

Shittu, T.A., Dixon, A., Awonorin, S.O., Sanni, L.O. & Maziya-Dixon, B. 2008. Bread from composite cassava-wheat

flour. II: Effect of cassava genotype and nitrogen 30- fertilizer on bread quality. *Food Research International*, 41: 569-578.

Swaran, S., Chauhan, G. S., Raghuvanshi,R., Sharma, P., Chauhano, P ., and Bajpai, A.2003.Replacement egg solids with whey protein concentrate and optimization of its levels in cake making.*Journal of Food Science and Technology*, ISSN 0022-1155. 40(4): 386- 388.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 4, Oct- Nov 2017, p. 436-445

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 4، مهر - آبان 1396، ص. 445-436

Effect of skim milk powder on the quality of Yazdi cake

M. Pourseyed[1]*, A. Motamedzadegan[2], J. Mohammadzadeh Milani[2]

Received: 2015.10.27
Accepted: 2016.02.27

Introduction: Converting milk into milk powder increases its shelf life up to almost 1 year, without substantial loss of quality, even at ambient temperatures. Dairy powder is frequently used because of convenience in applications for transportation, handling, processing, and ease of product formulations. Functional properties of milk powder are important due to its wide range of applications, especially in bakery products requiring desirable texture and moisture content. These functional properties include emulsification, foaming, water absorption, viscosity, gelation, and heat stability. Fresh milk and milk products such as condensed or dried milk which have not been exposed to sufficient heat treatment are not suitable for good quality bakery products as properly heated milk, mainly due to the destruction of proteolytic enzymes by heat, denaturation and coagulation of the proteins, changes in the colloidal properties of the salt and alterations in the oxidation-reduction systems. Kirk (1971) has outlined a list of functional contributions provided by skim milk powder (SMP) in various bakery food products, such as increased absorption, buffering value, lactose color reaction, tenderizing effect, improved body and resilience of crumb. This is in agreement with the results showed by Pyler who added SMP to bread and cake affected. Pyler noted the advantages of lactose in food systems. Lactose mostly affect relative sweetness, browning reaction, protein stabilizing properties, alteration of crystallization patterns, flavor accentuation, selective fermentation, and has nutritional value.

Materials and methods: Yazdi cake was produced using baking wheat flour (from Golha factory), sugar (sucrose), hydrogenated vegetable shortening, baking powder, and baking soda. Eggs were bought the day before baking and refrigerated at 4°C. The dough was prepared in ratio of 30 % oil, 46 % sugar, 50 % water, 11.7 % eggs, 4 % baking powder and 1 % baking soda rather than flour. For improvements of flavor and taste, an equal value of vanilla was added to the whole dough formulations. Skim milk powder containing 1.5 % fat, 3-4 % moisture has bought from Pegah factory. 25 and 50 percent of skim milk powder was also added to the dough. Dough was prepared based on the method of double mixture steps and was baked at 180°C in oven for 30 min. Samples were vacuumed and kept at ambient temperature for further experiments

Result and discussion: The differences in specific volume and consistency of the dough values were found to be significant ($p>0.01$). According to Baeva studies, there is an inverse relationship between specific gravity and the entry air bubbles in the dough, so the sample with 50% had the lowest specific volume. The consistency of the dough increased significantly by increasing in SMP content ($P<0.01$). The dough containing 50% SMP had the highest consistency.Specific volume of the cake increased with an increase in SMP level ($P <0.01$). Sample with 50% SMP showed the highest specific volume. The height difference before and after baking with increasing in SMP levels on oven spring were significant ($p>0.01$) so that samples with 50% SMP had the highest height after baking. Cakes prepared from dough with 50% SMP had an average maximum size. Symmetry and uniformity in samples with 25% SMP were the lowest, but there was no significant difference between the control and samples containing 50% SPM. In this study, crust to crumb ratio in control and other samples showed significant differences ($P <0.01$), so that with the addition of SMP, the crust was increased. The reason for this fact may be due to the increasing of lactose and developing the browning reactions. The testwas were performed for measuring some textural characteristics of Yazdi cake such as: cohesiveness, chewiness, gumminess, resilience, adhesiveness, springiness and hardness. With an increase in SMP, some factors such as adhesiveness, chewiness, gumminess and hardness decreased ($P <0.01$), but some others such as cohesiveness and resilience increased ($P <0.01$). However, springiness remained unchanged. The reasons for these changes can be explained by proteins, fats and lactose content in milk. According to the results, different levels of SMP caused increasing in total cell number, total area of the cell, and average area per cell. However, minimum cell

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Tajan High Education Institute, Ghaemshahr, Mazandaran.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Mazandaran.
(*Corresponding Author Email: amotgan@yahoo.com)

diameter decreased ($P < 0.01$). The minimum and the maximum diameter of the control cakes and 25% samples did not made a significant difference, While 50% samples increased in both cases significantly. As a result, samples with 50% SMP showed the highest total area of the cell, highest maximum cell diameter and lowest minimum diameter, while the largest pores and wider structure.

Key words: Physicochemical Properties, Skim Milk Powder, Dough, Yazdi Cake, Quality, Texture